

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

☐ posudek vedoucího
☒ bakalářské práce

☒ posudek oponenta
☐ diplomové práce

Autor: Leoš Pohl
Název práce: Rovnice vedení tepla ve fyzice planetek a meteoroidů
Studijní program a obor: Fyzika, FOF
Rok odevzdání: 2011

Jméno a tituly oponenta: prof. RNDr. David Vokrouhlický, DrSc.
Pracoviště: Astronomický ústav UK
Kontaktní e-mail: vokrouhl@cesnet.cz

Odborná úroveň práce:

☒ vynikající ☐ velmi dobrá ☐ průměrná ☐ podprůměrná ☐ nevyhovující

Věcné chyby:

☐ téměř žádné ☒ vzhledem k rozsahu přiměřený počet ☐ méně podstatné četné ☐ závažné

Výsledky:

☐ originální ☒ původní i převzaté ☐ netriviální kompilace ☐ citované z literatury ☐ opsané

Rozsah práce:

☐ veliký ☒ standardní ☐ dostatečný ☐ nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

☐ vynikající ☒ velmi dobrá ☐ průměrná ☐ podprůměrná ☐ nevyhovující

Tiskové chyby:

☐ téměř žádné ☒ vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet ☐ četné

Celková úroveň práce:

☒ vynikající ☐ velmi dobrá ☐ průměrná ☐ podprůměrná ☐ nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky oponenta:

Předložená bakalářská práce se zabývá aplikací teorie vedení tepla a tlaku tepelně emitovaného záření na translační a rotační pohyb malých těles ve Sluneční soustavě. Skládá se z 5ti částí, v nichž bakalář (i) nejdříve uvádí obecný fyzikální popis vedení tepla v nepohybujícím se prostředí i s popisem povrchové podmínky, (ii) dále se věnuje sestavení a testování jednoduché numerické metody řešení takto formulovaného problému v případě 1D reprezentace prostorové dimenze (hloubka po povrchu tělesa), (iii) v oddíle 3 odvozuje jednoduché analytické řešení v případě periodické vlny s linearizací okrajové podmínky na povrchu, (iv) v oddíle 4 kometuje, jak postoupit k vyčíslení elementární síly (případně momentu síly) vyzařených fotonů z povrchu, a (v) v oddíle 5 se věnuje přehledu dosavadních aplikací tepelných jevů v dynamice malých těles Sluneční soustavy. Práce je psána anglicky, a i když se autor nevyvaroval nepřesnostem stylu, je nutno tento fakt ocenit.

Celkově má tato práce vysokou úroveň, a to jak v části přehledové, tak ve vlastním vkladu (naprogramování numerického řešení 1D úlohy vedení tepla dokumentované výpisem v příloze). V následujících odstavcích mám jen pár drobných poznámek/připomínek, které však celkový dobrý dojem z práce nesnižují.

K oddílu 1: obecná formulace rovnice vedení tepla je v pořádku, možná by však zasluhovala trochu více přesnoti ve specifikaci detailů a předpokladů. Nikde není zmíněn např. důležitý fakt, že tato rovnice je lineární (tvrzení o nelinearitě v poslední větě oddílu na str 8 je chybné), a tudíž na dané prostoro-časové doméně lze řešení vždy reprezentovat superpozicí fundamentálních módů. Vyjádření těchto módů je zvláště jednoduché pro jednoduché geometrie, např. 1D úloha diskutovaná v části 3, nebo sférická či cylindrická geometrie. Časovou závislost lze vždy jednoduše separovat ve tvaru harmonických (Fourierových) členů pro periodické okrajové podmínky v časové doméně, které také nejsou zmíněny. Některé úspěšné metody řešení tepelných jevů na malých tělesech toho s výhodou využívají (např. Breiter et al. 2010, MNRAS, 408, 1576). Nelinearita, jakožto samozřejmá komplikace úlohy, přichází pouze s povrchovou okrajovou podmínkou (1.18).

K oddílu 3: viz otázka/námět níže.

K oddílu 4: postup při vyjádření infinitesimální síly působící na površku (doplněný diferenciálem d na levé straně rovnice (4.9)) je správně, trochu více pečlivosti však mohlo být věnováno charakterizaci povrchových elementů obecného tělesa pomocí křivočarých souřadnic (látka na úrovni Rektorysovy učebnice aplikované matematiky), které by alespoň formálně vedlo ke správnému vyjádření celkové síly, či momentu síly, působící na těleso.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Jako námět rozvinutí vlastní práce bakaláře mohu uvést toto. V oddíle 3 je odvozeno jednoduché analytické řešení v 1D geometrii s linearizací okrajové podmínky na povrchu. Předpokládá se reprezentace teploty jakožto součet konstatní (rovnovážné) hodnoty a malé odchylky s určitou periodou v čase. Následně je toto analytické řešení porovnáno s numerickým řešením z oddílu 2. Toto porovnání není příliš uspokojivé, ale bylo ve schopnostech bakaláře ho (výrazně?) vylepšit. Stačí si uvědomit, že analytické řešení je plně lineární, takže ho lze reprezentovat i řadou neinteragujících členů různých period (frekvencí). Stejně tak i funkci ozáření (obr 3.2) lze reprezentovat jednoduchou Fourierovou řadou s členy obsahujícími rotační frekvenci a libovolné její násobky (těm pak odpovídají dodatečné teplotní příspěvky v analytickém rozvoji řešení teploty). Tímto rozšířením by bylo pravděpodobně možné dosáhnout daleko větší shody řešení na obr. 3.3.

Práci

☒ doporučuji

☐ nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

☒ výborně ☐ velmi dobře ☐ dobře ☐ neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta: Praha, 2.6.2011, David Vokrouhlický